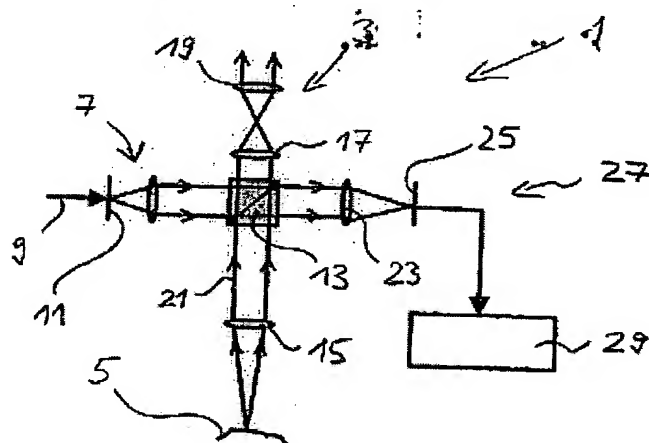


**Operationsmikroskop**

**Patent number:** DE10101184  
**Publication date:** 2001-08-16  
**Inventor:** HAUGER CHRISTOPH (DE); GOLD ULRICH (DE);  
LUECKE CHRISTIAN (DE); KRAUSE-BONTE MARGIT  
(DE); BRUNNER DIRK L (DE); PELZER MARTIN (DE)  
**Applicant:** ZEISS CARL (DE)  
**Classification:**  
- international: G02B21/18  
- european: G02B21/00M2; G02B21/08B; G02B21/36D;  
G02B21/36V; G02B23/10  
**Application number:** DE20011001184 20010112  
**Priority number(s):** DE20001006095 20000211; DE20011001184 20010112

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10101184



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 01 184 A 1**

51 Int. Cl.7:  
**G 02 B 21/18**

21 Aktenzeichen: 101 01 184.9  
22 Anmeldetag: 12. 1. 2001  
43 Offenlegungstag: 16. 8. 2001

DE 101 01 184 A 1

65 Innere Priorität:  
100 06 095. 1 11. 02. 2000

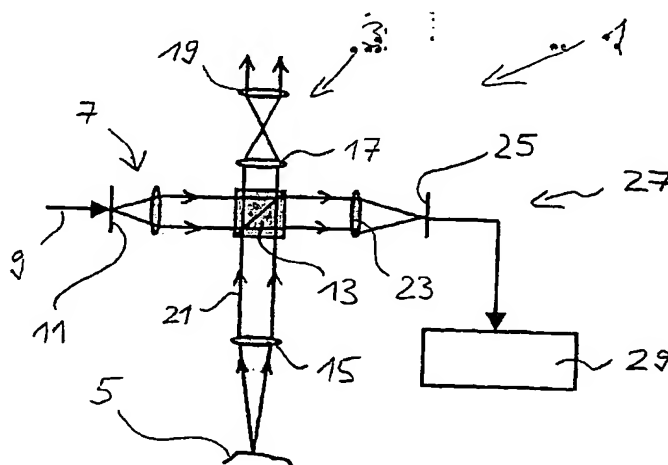
71 Anmelder:  
Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

72 Erfinder:  
Hauger, Christoph, Dr., 73431 Aalen, DE; Gold,  
Ulrich, 73433 Aalen, DE; Lücke, Christian, 73447  
Oberkochen, DE; Krause-Bonte, Margit, 73432  
Aalen, DE; Brunner, Dirk L., 73432 Aalen, DE; Pelzer,  
Martin, 89551 Königsbrunn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Operationsmikroskop

57 Bei einem Operationsmikroskop (1) mit einer Beobachtungseinheit (3) zur Beobachtung eines Objekts (5) und mit einem Bildprojektionsmodul (7) zur Eingabe von Bildinformationen (9) in die Beobachtungseinheit (3) umfaßt das Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) eine plankonvexe Linse und eine plankonkave Linse. Das Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) weist eine Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) auf.



Best Available Copy

DE 101 01 184 A 1

Die Erfindung betrifft ein Operationsmikroskop nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein derartiges Operationsmikroskop ist z. B. aus der EP 0 418 109 A2 bekannt. Dieses als Stercomikroskop ausgebildete Operationsmikroskop weist ein Bildprojektionsmodul zur Einspiegelung von Endoskopbildern in das Okular des Operationsmikroskops auf. Dazu umfaßt das Bildprojektionsmodul Strahlteiler, welche in den parallelen Beobachtungsstrahlengang des Operationsmikroskops bringbar sind. Im Zusammenwirken mit einem Verschuß bzw. Shutter kann der Mikroskopbenutzer dadurch entweder das Mikroskopbild allein oder das Endoskopbild allein oder eine Überlagerung von Mikroskop- und Endoskopbild betrachten.

Auch das United States Patent 5601549 offenbart ein gattungsgemäßes Operationsmikroskop, bei dem das Bildprojektionsmodul einen Bildschirm aufweist. In dieser Druckschrift sind mehrere Möglichkeiten zur Anordnung dieses Bildschirms aufgezeigt.

Ein weiteres, gattungsgemäßes Operationsmikroskop ist in der EP 0 928 981 A2 beschrieben. Dieses Operationsmikroskop weist ein Bildaufzeichnungsmodul mit einer TV Kamera zur Aufzeichnung eines von der Beobachtungseinheit gelieferten Bilds des Objekts auf.

Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäße Operationsmikroskops im Hinblick auf die Darstellung externer Bilddaten zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale in Anspruch 1 gelöst. Denn durch die plankonvexe Linse und die plankonkave Linse des Bildprojektionsmoduls kann die Bildanzeigeeinheit mit hervorragender Abbildungsleistung in den Beobachtungsstrahlengang des Operationsmikroskops eingekoppelt werden.

Wenn dabei das Verhältnis aus der Brennweite der plankonvexen Linse und dem Betrag der Brennweite der plankonkaven Linse größer ist als 1,9 und kleiner ist als 2,5, kann eine besonders gute Korrektur von Astigmatismus, Koma und Verzeichnung und eine besonders gute Bildfeldebnung erreicht werden.

Nach einer Ausführungsform umfaßt das Bildprojektionsmodul einen im Beobachtungsstrahlengang der Beobachtungseinheit angeordneten Strahlteiler, wobei zwischen der Bildanzeigeeinheit und dem Strahlteiler eine plankonvexe Linse, eine plankonkave Linse, eine konkavkonvexe Linse und eine weitere plankonvexe Linse angeordnet sind. Die relativ große Zahl planer Linsenflächen dieser Ausführungsform wirkt sich günstig auf die Herstellungskosten aus.

Nach einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung ist bei einem gattungsgemäßen Operationsmikroskop mit einem Bildaufzeichnungsmodul das Bildaufzeichnungsmodul derart ausgebildet, daß die vom Bildprojektionsmodul gelieferten Bildinformationen zusammen mit dem von der Beobachtungseinheit gelieferten Bild des Objekts aufgezeichnet werden können. Dadurch ist bei einem operationsmikroskopgestützten chirurgischen Eingriff eine Videodokumentation möglich, bei der die Bilder so aufgezeichnet werden, wie sie vom Benutzer des Operationsmikroskops gesehen werden.

Wenn das Bildprojektionsmodul im Strahlengang des Operationsmikroskops zwischen dem Objekt und dem Bildaufzeichnungsstrahlteiler angeordnet ist, wird eine gleichzeitige Aufzeichnung von Operationsmikroskopbild und in das Operationsmikroskop eingespiegelter Zusatzinformation in konstruktiv einfacher Weise möglich.

Bei dieser Ausführungsform kann ferner der Bildaufzeichnungsstrahlteiler außerhalb des Beobachtungsstrahlengangs angeordnet sein, wodurch über den Bildaufzeichnungsstrahlteiler ein weiterer Beobachter das Operationsmikroskop nutzen kann.

Es kann das Bildaufzeichnungsmodul aber auch einen Bildmischer umfassen, der die vom Bildprojektionsmodul dargestellte Bildinformationen und das vom Bildsensor erfaßte Bild mischt und z. B. einem Videorecorder oder Monitor zuführt.

Ein weiterer Erfindungsaspekt betrifft ein gattungsgemäßes Operationsmikroskop, bei dem die Bildanzeigeeinheit ein zeitlich sequentiell mit unterschiedlichen Farben beleuchtbares Reflexionsdisplay umfaßt. Ein derartiges sequentielles, reflektierendes Farbdisplay ist den herkömmlichen transmissiven und emissiven Displays, wie sie z. B. aus der EP 0 928 981 A2 bekannt sind, im Hinblick auf Baugröße, Helligkeit und Füllfaktor überlegen.

Die Farberzeugung erfolgt durch sequentielle Beleuchtung des Displays mit den Grundfarben RGB (Rot, Grün, Blau), wobei als Lichtquelle z. B. rote, grüne und blaue LEDs oder auch die Operationsmikroskopbeleuchtung mit einem rotierenden Filtrerrad, das rote, grüne und blaue Filter aufweist, geeignet sind. Die Rotation des Filtrerrads ist vorteilhafterweise mit der Taktrate des Reflexionsdisplays synchronisiert.

Bei Überlagerung von Mikroskopbild und externer Bildinformation, muß im Hinblick auf das typischerweise ausgesprochen helle Bild des Operationsmikroskops die Helligkeit der externen Bildinformationen möglichst groß sein. Dies wird beim erfindungsgemäßen Reflexionsdisplay durch eine zeitlich sequentielle Beleuchtung des Reflexionsdisplays mit nur einer einzigen Farbe erreicht. Anstelle einer sequentiellen RGB-Beleuchtung wird eine sequentielle GGG-Beleuchtung durchgeführt, d. h. ausschließlich z. B. mit einer grünen LED oder durch das Grünfilter beleuchtet.

Beim Wechsel des Darstellungsmodus von der überlagerten Darstellungsweise zu ausschließlicher Darstellung von entweder Mikroskopbild oder externer Bildinformationen kann vorteilhafterweise eine automatische Umschaltung von GGG- zu RGB-Beleuchtung vorgesehen werden.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe der folgenden Figuren erläutert:

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Operationsmikroskop in schematischer Darstellung;
- Fig. 2 eine detaillierte Darstellung der optischen Komponenten des Projektionsmoduls von Fig. 1;
- Fig. 3 eine detaillierte Darstellung der Bildanzeigeeinheit und des Bildsensors von Fig. 1;
- Fig. 4 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops in schematischer Darstellung;
- Fig. 5 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops in schematischer Darstellung;

und

Fig. 6 eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops in schematischer Darstellung.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Operationsmikroskop 1 mit einer Beobachtungseinheit 3 zur Beobachtung eines Objekts 5 und mit einem Bildprojektionsmodul 7 zur Eingabe von Bildinformationen 9 in die Beobachtungseinheit 3

schematisch dargestellt. Das Bildprojektionsmodul 7 umfaßt eine Bildanzeigeeinheit 11, mit der externe Bildinformationen 9, z. B. präoperativ erzeugte Diagnosebilder, Patientendaten oder intraoperative Ultraschall- oder Endoskopbilder, mittels eines Strahlteilers 13 in die Beobachtungseinheit 3 eingekoppelt werden können.

Die Beobachtungseinheit 3 umfaßt ein Objektiv 15, eine Tubuslinse 17 und ein Okular 19, wobei der Beobachtungstrahlengang 21 zwischen Objektiv 15 und Tubuslinse 17 parallele Strahlenbüschel aufweist. In diesem parallelen Strahlengang 21 ist der Strahlteiler 13 angeordnet, der vom Objekt 5 und von der Bildanzeigeeinheit 11 kommende Bilder über eine Abbildungsoptik 23 auf einen Bildsensor 25 abbildet. Der Bildsensor 25 ist Teil eines Bildaufzeichnungsmoduls 27 und gibt das erfaßte Bild auf einen Videomonitor 29, auf dem es dargestellt und aufgezeichnet werden kann.

Bei dem Operationsmikroskop 1 kann mittels LCD-Shutter, mechanischer Blenden oder durch Abschalten der Operationsmikroskopbeleuchtung zwischen unterschiedlichen Betrachtungsmoden umgeschaltet werden, z. B. Mikroskopbild allein oder externe Bildinformationen allein oder eine Überlagerung von Mikroskopbild und externer Bildinformationen oder eine Nebeneinanderdarstellung von Mikroskopbild und externer Bildinformationen, wie es auch in der EP 0 418 109 A2 offenbart ist.

In Fig. 2 sind die optischen Komponenten des Bildprojektionsmoduls 7 detaillierter dargestellt.

Es sind eine plankonvexe Linse 37, eine plankonkave Linse 33, eine konkavkonvexe Linse 35 und eine weitere plankonvexe Linse 31 zu erkennen. Die Anmelderin hat herausgefunden, daß die folgende Relation der Brennweite  $f_{33}$  der plankonkaven Linse 33 und der Brennweite  $f_{37}$  der plankonvexen Linse 37 besonders günstig ist:

$$1,9 \cdot |f_{33}| < |f_{37}| < 2,5 \cdot |f_{33}| \sim$$

Die folgenden Tabellen 1 und 2 geben detaillierte optische Daten für derartige Abbildungssysteme an, die für eine als LCD ausgebildete Bildanzeigeeinheit mit einer Diagonallänge von 9,4 mm besonders geeignet sind.

Diesen Tabellen können ferner die in Fig. 1 dargestellten Krümmungsradien in mm und die auf der optischen Achse gemessenen Abstände bzw. Linsendicken in mm sowie die Glassorten, die unter dieser Bezeichnung bei der Firma Schott Glas in Mainz erhältlich sind, entnommen werden.

Tabelle 1

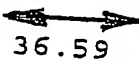
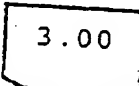
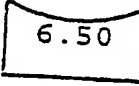
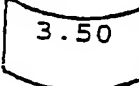
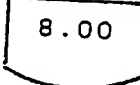
Nr.	Radius	Dicke	Glas
1	Plan	 36.59	
2	-48.3480	 3.00	N-LAF7
3	-17.1540	16.26	
4	Plan	 6.50	SF1
5	-36.2560	4.10	
6	-24.7600	 3.50	N-PSK53
7	Plan	0.10	
8	-30.2870	 8.00	N-PSK53

Tabelle 2

		31.01	
5	r1 Plan		
		3.00	N-LAF7
	r2 -60.43		
		24.91	
10	r3 -16.909		
		6.00	SF1
	r4 Plan		
		3.40	
15	r5 -59.566		
		3.50	N-SK2
	r6 -26.799		
		0.10	
20	r7 Plan		
		5.00	N-SK2
	r8 -29.007		

25 Eine Änderung des Abbildungsmaßstabs der Bildanzeigeeinheit 11 in die Zwischenbildebene des Operationsmikroskops 1 kann durch ein galileisches System aus Zerstreuungslinse und Sammellinse erreicht werden. So kann beim Umschalten der Darstellungsmodi die Bildanzeigeeinheit 11 stets optimal in den Beobachtungsstrahlengang 21 eingekoppelt werden.

30 Um bei der Abbildung der Bildanzeigeeinheit 11 auf den Bildsensor 25 Moiré-Effekte zu unterdrücken, haben die als LCD ausgebildete Bildanzeigeeinheit 11 und der als CCD-Chip ausgebildete Bildsensor 25 den in Fig. 3 gezeigten, in die unterschiedlichen Farbsegmentbereiche aufgeteilten Segmentaufbau.

Durch Synchronisieren der Beleuchtung der vorzugsweise als reflektives LCD ausgebildeten Bildanzeigeeinheit 11 mit dem Bildsensor 25 kann ein Flackern in dem Überlagerungsmodus vermieden werden.

35 In Fig. 4 ist als zweite erfindungsgemäße Ausführungsform ein Operationsmikroskop 101 schematisch dargestellt. Die den Elementen von Fig. 1 entsprechenden Elemente in Fig. 4 haben die gleichen Bezugszeichen vermehrt um die Zahl 100. Für eine Beschreibung dieser Elemente wird auf die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 3 verwiesen.

Bei dem Operationsmikroskop 101 ist ein Bildaufzeichnungsstrahlteiler 114 objektseitig hinter dem Strahlteiler 113 angeordnet. Ferner ist ein weiterer Strahlteiler 116 für einen weiteren Beobachter zu erkennen. Es ist zu erkennen, daß auch dieser Mitbeobachter die vollständige, dem Hauptbeobachter zur Verfügung gestellte Bildinformation erhält. Die rechteckigen Rahmen 118, 120 und 122 symbolisieren einen modularen Aufbau des Operationsmikroskops 101.

40 In Fig. 5 ist ein drittes erfindungsgemäßes Operationsmikroskop 201 schematisch dargestellt. Die den Elementen von Fig. 1 entsprechenden Elemente in Fig. 5 haben die gleichen Bezugszeichen vermehrt um die Zahl 200. Für eine Beschreibung dieser Elemente wird auf die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 3 verwiesen.

Bei dem Operationsmikroskop 201 ist ein Bildaufzeichnungsstrahlteiler 214 objektseitig hinter dem Strahlteiler 113 und außerhalb des Beobachtungsstrahlengangs 212 angeordnet. Dadurch ist für einen weiteren Beobachter kein gesonderter Strahlteiler erforderlich.

Fig. 6 zeigt ein viertes erfindungsgemäßes Operationsmikroskop 301. Die den Elementen von Fig. 1 entsprechenden Elemente in Fig. 6 haben die gleichen Bezugszeichen vermehrt um die Zahl 300.

Für eine Beschreibung dieser Elemente wird auf die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 3 verwiesen.

50 Das Bildaufzeichnungsmodul 327 des Operationsmikroskops 301 umfaßt einen Bildmischer 340, der die vom Bildprojektionsmodul 307 dargestellte Bildinformationen 309 und das vom Bildsensor 325 erfaßte Bild mischt.

Bei dem Operationsmikroskop 301 können die externen Bildinformationen 309 und das Bild des Objekts 305 mit dem Mischer 340 in geeigneter Weise zusammengesetzt und über die Bildanzeigeeinheit 311 Haupt- und/oder Mitbeobachter zur Verfügung gestellt werden, wobei dann das direkte Bild des Objekts 305 durch einen Shutter abgeblendet ist.

#### Patentansprüche

1. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) mit einer Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303) zur Beobachtung eines Objekts (5; 105; 205; 305) und mit einem Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) zur Eingabe von Bildinformationen (9; 309) in die Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303), wobei das Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) eine Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das Bildprojektionsmodul (7; 147; 207; 307) eine plankonvexe Linse (37) und eine plankonkave Linse (33) umfaßt.
2. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach Anspruch 1, wobei das Verhältnis aus der Brennweite der plankonvexen Linse (37) und dem Betrag der Brennweite der plankonkaven Linse (33) größer ist als 1,9 und kleiner ist als 2,5.
3. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) einen im Beobachtungsstrahlengang (21; 121; 221; 321) der Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303) angeordneten Strahlteiler (13; 113; 213; 313) umfaßt.

4. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach Anspruch 3, wobei zwischen der Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) und dem Strahlteiler (13; 113; 213; 313) eine plankonvexe Linse (37), eine plankonkave Linse (33), eine konkavkonvexe Linse (35) und eine weitere plankonvexe Linse (31) angeordnet sind.
5. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und mit einem Bildaufzeichnungsmodul (27; 127; 227; 327) zur Aufzeichnung eines von der Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303) gelieferten Bilds des Objekts (5; 105; 205; 305), wobei das Bildaufzeichnungsmodul (27; 127; 227; 327) einen Bildsensor (25; 125; 225; 325) und einen im Beobachtungsstrahlengang (21; 121; 221; 321) der Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303) angeordneten Bildaufzeichnungsstrahlteiler (13; 114; 214; 314) umfaßt, der das Bild des Objekts (5; 105; 205; 305) auf den Bildsensor (25; 125; 225; 325) lenkt, dadurch gekennzeichnet, daß das Bildaufzeichnungsmodul (27; 127; 227; 327) die vom Bildprojektionsmodul (7; 107; 207; 307) gelieferten Bildinformationen (9; 309) zusammen mit dem von der Beobachtungseinheit (3; 103; 203; 303) gelieferten Bild des Objekts (5; 105; 205; 305) aufzeichnet.
6. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und Anspruch 5.
7. Operationsmikroskop (101; 201) nach Anspruch 6, wobei das Bildprojektionsmodul (7; 107; 207) im Strahlengang des Operationsmikroskops (101; 201) zwischen dem Objekt (105; 205) und dem Bildaufzeichnungsstrahlteiler (114; 214) angeordnet ist.
8. Operationsmikroskop (201) nach Anspruch 7, wobei der Bildaufzeichnungsstrahlteiler (214) außerhalb des Beobachtungsstrahlengangs (221) angeordnet ist.
9. Operationsmikroskop (301) nach Anspruch 6, wobei das Bildaufzeichnungsmodul (327) einen Bildmischer (340) umfaßt, der die vom Bildprojektionsmodul (307) dargestellte Bildinformationen (309) und das vom Bildsensor (325) erfaßte Bild mischt.
10. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) ein zeitlich sequentiell mit unterschiedlichen Farben beleuchtbares Reflexionsdisplay umfaßt.
11. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und Anspruch 10.
12. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach Anspruch 11, wobei die Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) ein rotierendes Filterrad zur Beleuchtung des Reflexionsdisplays umfaßt und die Rotation des Filterrads mit der Taktrate des Reflexionsdisplays synchronisiert ist.
13. Operationsmikroskop (1; 101; 201; 301) nach Anspruch 11 oder 12, wobei zur Helligkeitssteigerung der Bildanzeigeeinheit (11; 111; 211; 311) eine zeitlich sequentielle Beleuchtung des Reflexionsdisplays mit nur einer einzigen Farbe vorgesehen ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

Best Available Copy

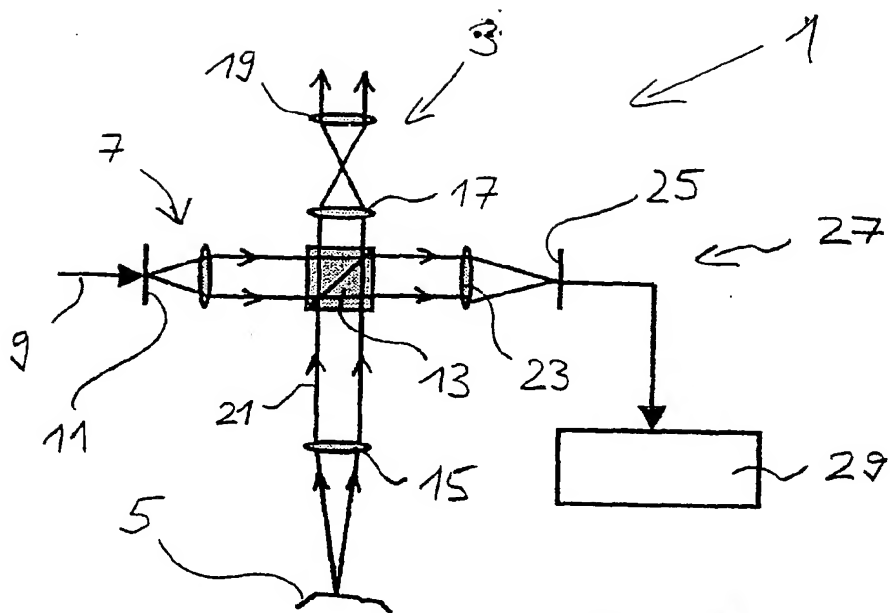


Fig. 1

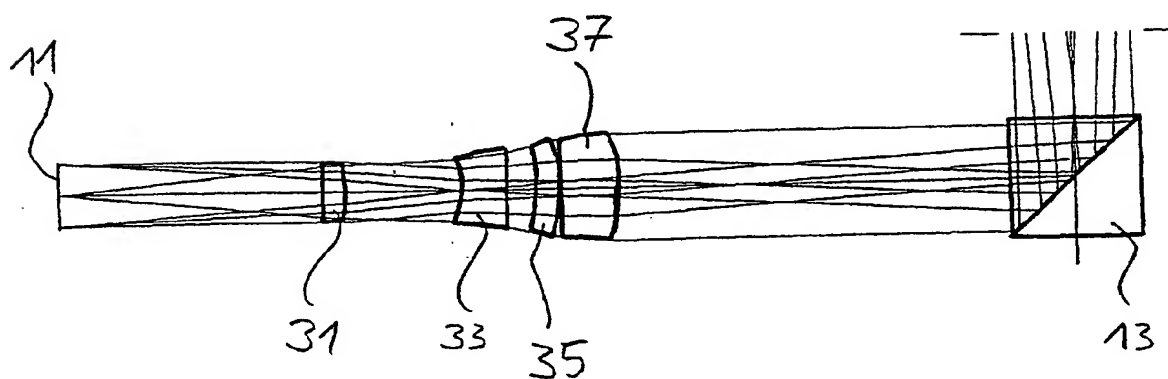


Fig. 2



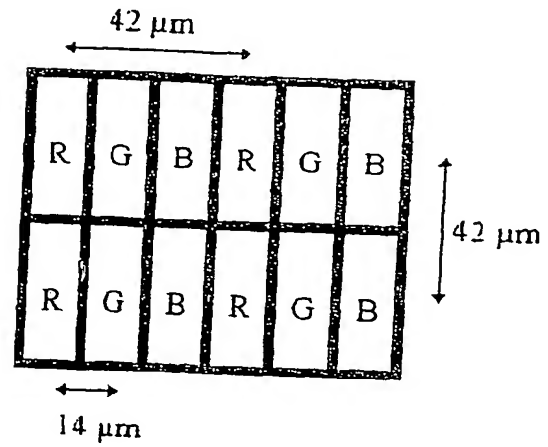
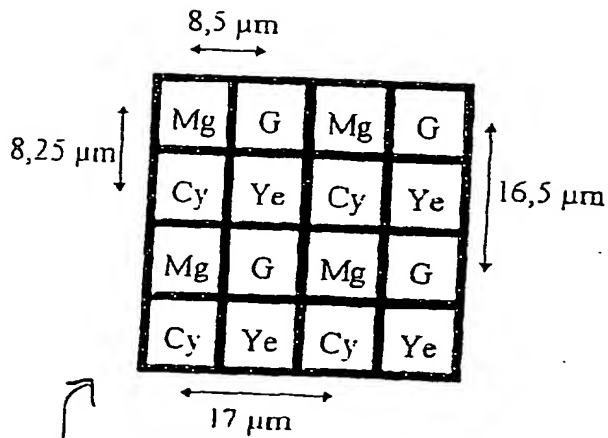


Fig. 3

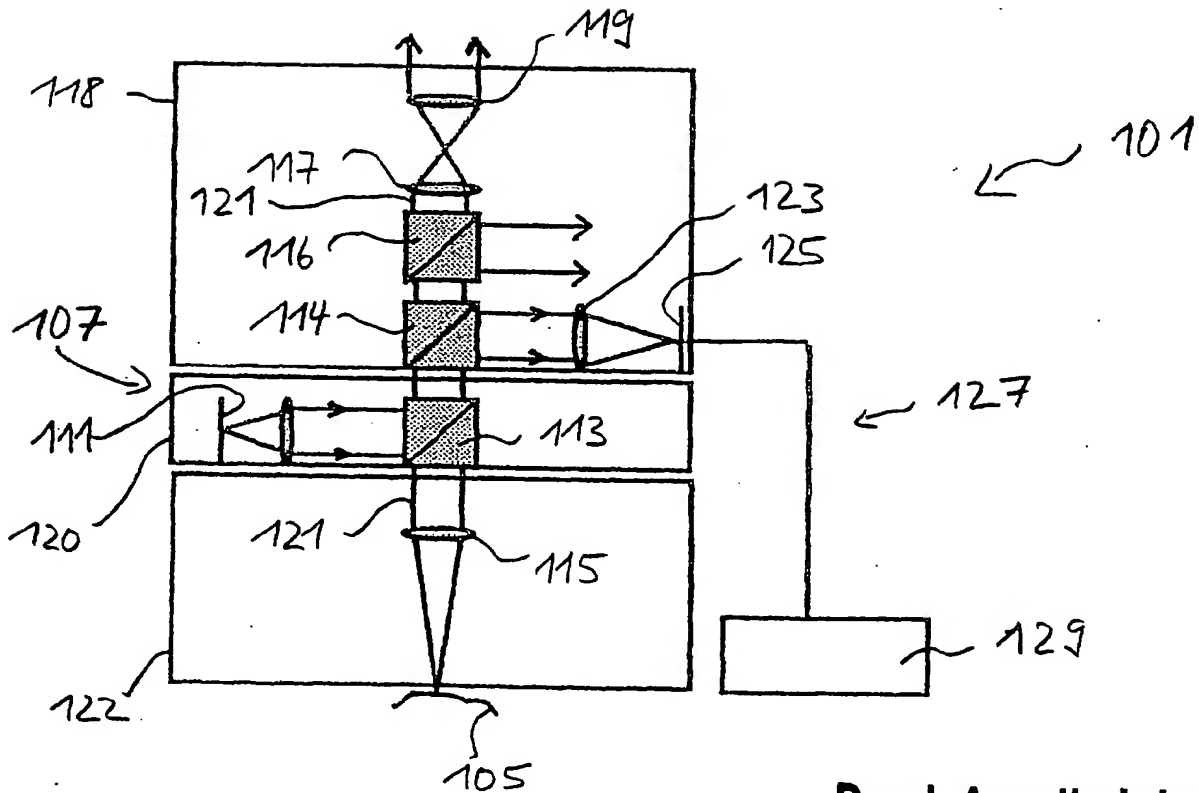


Fig. 4

Best Available C

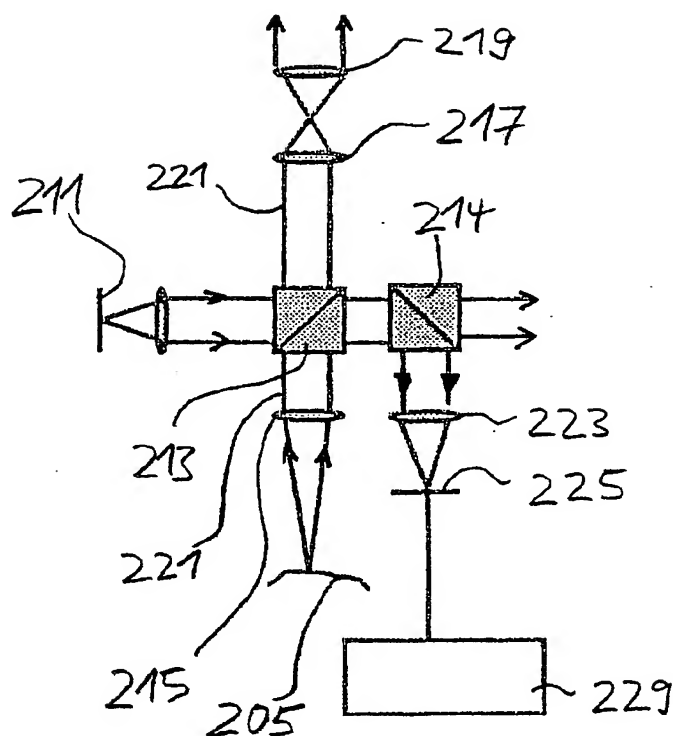


Fig. 5

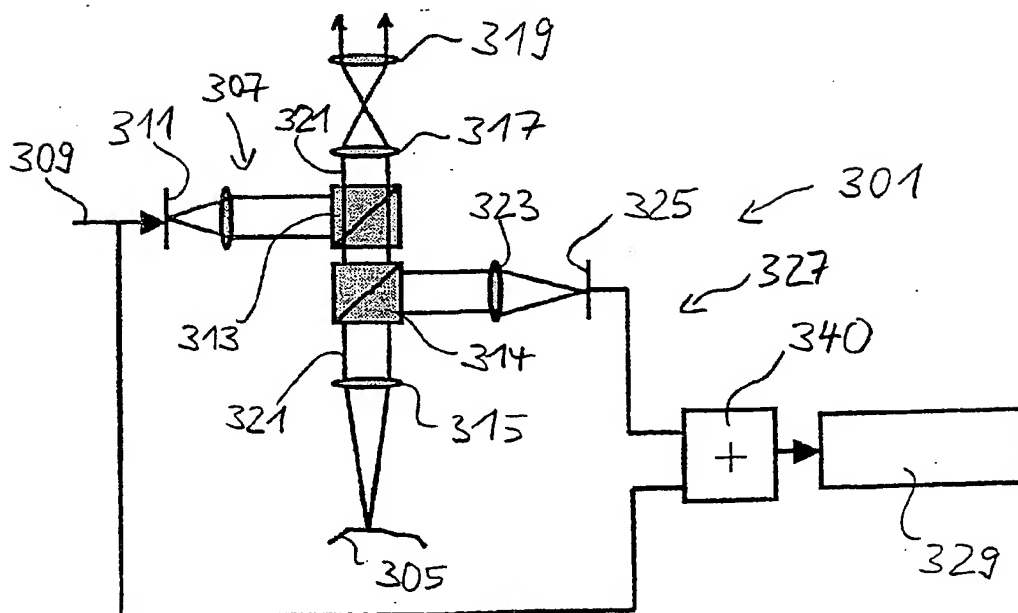


Fig. 6